

## 特許公報

昭53-23548

⑤Int.Cl.<sup>2</sup>  
F 28 F 21/08  
C 23 C 9/00識別記号 ⑥日本分類  
69 C 3  
12 A 352⑦内整理番号 ⑧公告 昭和53年(1978)7月15日  
7038-3A  
7619-42

発明の数 2

(全4頁)

1

## ⑨熱交換器管材およびその製造法

⑩特 願 昭48-29714  
⑪出 願 昭48(1973)3月14日  
公 開 昭49-118064  
⑫発明者 萩原理樹名古屋市昭和区久方1の21  
⑬出願人 住友軽金属工業株式会社  
東京都千代田区丸の内1の4の4 10  
⑭代理人 弁理士 福田保夫

## ⑮特許請求の範囲

1 加工硬化したアルミニウム管材よりなり、その表面部に内部に向かつて漸次亜鉛濃度が減少する厚さ20~100μの拡散層を設け、前記管材の表面層の亜鉛濃度をアルミニウムに対し0.3~7重量%としたことを特徴とする熱交換器管材。

2 表面に金属亜鉛を被覆したアルミニウム管材を亜鉛の溶融点より低い温度に加熱し、ついで亜鉛の溶融点以上の温度に加熱した後冷間加工することによつて、前記管材の表面部に内部に向かつて漸次亜鉛濃度が減少する厚さ20~100μの亜鉛の拡散層を設け、前記表面層の亜鉛濃度をアルミニウムに対し0.3~7重量%とすることを特徴とする熱交換器管材の製造法。

## 発明の詳細な説明

この発明は、熱交換器管材およびその製造方法に関する。くわしくはアルミニウム管材よりなる熱交換器管材およびその製造方法に関する。

熱交換器管としてアルミニウムを用いる場合、最も問題となるのは孔食による貫通事故である。孔食はとくに淡水によつて生じる。従来孔食による貫通事故を防止する手段としてクラッド材を用いることが知られているが、腐食環境としての水が凝縮水のごとく導電率が低い場合とか、熱交換器管外面の凝縮水のごとく水膜が薄い場合におい

ては、クラッド材の犠牲陽極効果は十分ではない。またクラッド材はコスト高となる。クラッド材の欠点を補なうものとして、アルミニウム表面に金属亜鉛を付着させた後熱処理により亜鉛をアルミニウム内部に拡散させるいわゆる亜鉛拡散法が知られている。

熱交換器管外表面に凝縮する凝縮水はCl<sup>-</sup>、SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>などのイオンを含んでいることが多く、これに温度サイクル、乾-湿サイクルが組合わされた腐食環境となるので、前記亜鉛拡散法により孔食を防止するには、この特殊な腐食環境に耐える特定な亜鉛の濃度勾配を形成しなければならない。亜鉛拡散法では亜鉛の濃度勾配を得るために熱処理が行なわれるが、亜鉛の溶融温度以上で熱処理を行なうと亜鉛が溶融流動し、濃度勾配もゆるくなりすぎるという欠点がある。亜鉛の溶融点以下で熱処理を行なうと熱処理時間が長くかかりコスト高となる。熱処理後の管材は軟質であるから熱交換器の組立てに際して必要とされる強度が不足するという欠点もある。

この発明は前記の特殊な腐食環境に耐える特定な亜鉛濃度を究明し、それを確実かつ安価に得る方法を発見したことに基くものである。

以下この発明を詳述する。

この発明において、アルミニウム管材とは純アルミニウムおよびすべてのアルミニウム合金の管材をいう。

まずアルミニウム管材の表面に金属亜鉛を被覆する。表面とは管の外表面または内表面または内外両表面を意味する。被覆方法はメソキ、亜鉛化合物からの析出その他公知の方法による。ついで亜鉛の溶融点より低い温度、好ましくは250℃以上の温度に加熱する。この加熱によりアルミニウム管材の表面層の亜鉛濃度が高く、亜鉛の侵入深さが小さい拡散層が得られる。(第1図曲線A、亜鉛メソキ後300℃×5hr加熱)。250℃より低い温度で加熱すると粒界拡散が顕著となり、

2

ついで亜鉛の溶融点以上の温度に加熱しても拡散層の深さを増大させることができない。はじめから亜鉛の溶融点以上の温度に加熱すると亜鉛が管材外表面より溶解、脱落してしまうので好ましくない。

つづいて亜鉛の溶融点以上の温度、好ましくは419～550℃に加熱する。この加熱により亜鉛の濃度勾配は小さくなるが、拡散層の深さを増すことができ、60μ以上の拡散層厚を得ることができる。(第1図曲線B、300℃×5hr→10500℃×7hr加熱)。熱交換管材においては拡散層厚が大きい方が耐食性がすぐれしており、好ましくは60μ以上の拡散層を形成するのがよい。拡散層が薄いと拡散層がはやく腐食されてしまい孔食が生じる。最後に抽伸加工、圧延加工などの冷間加工を行なう。これはアルミニウム管材に熱交換器管として必要な強度を与えるためである。冷間加工により亜鉛の濃度勾配はさらに小さくなるが拡散層厚は変わらない(第1図曲線C、94%抽伸加工)。従つて用途に応じた所望の濃度勾配と強度とのコンビネーションを得るために、前期2回の加熱条件と冷間加工度を適宜選択することが必要である。

十分な耐食性を得るには表面層の亜鉛濃度をアルミニウムに対し0.3～7重量%とし、拡散層厚を20～100μにしなければならない。表面層の亜鉛濃度が0.3%より少ないと孔食が生じ、7%をこえると全面腐食の程度が大となり好ましくない。拡散層厚が20μより小さいと拡散層がはやく腐食してしまい効果がなく、また製造工程中に素地に達するキズを生じることもあるので好ましくない。100μをこえても効果は変らず、製造コストも増大する。

つぎに実施例について説明する。

#### 腐食試験液

Cl <sup>-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PH
100 ppm	30 ppm	30 ppm	30 ppm	6.9～7.1

#### 腐食試験

##### (1) 噴霧試験

室温→60℃(昇温2hr、保持hr)→室温まで放冷(16hr)

##### 5 ① 加熱中に腐食試験液噴霧(8hr)

##### ② 放冷中は空気流で乾燥

##### ③ 上記サイクルを6カ月間継続

この試験は熱交換器管外表面における水分の凝集を想定したもので、温度サイクルと乾一湿サイクルを組合せた噴霧試験である。

##### (2) 環流試験

液温 20～40℃

流速 1m/sec

試験期間 6カ月

この試験は、熱交換器管材内部に通水する場合を想定した環流試験である。

##### (3) 浸漬試験

液温 40℃

試験期間 1年

この試験は熱交換器管材外表面に水が凝集したまま長時間置かれた場合を想定した浸漬試験である。

試験結果を第1表に示す。

表面層の亜鉛濃度が比較的高く、拡散層が厚い25もの(試料No.2, 3, 5～8)は全面腐食が進行するが、表面層の亜鉛濃度があまり高いもの(試料No.2)は全面腐食の程度がはげしい。

表面層の亜鉛濃度が高く、拡散層が薄いもの(試料No.1, 4)は拡散層がはやく腐食してしま30い、純アルミニウム(試料No.13)と同様大きくて深い孔食が生じる。

表面層の亜鉛濃度が低く、拡散層が厚いもの(試料No.9, 10, 11)は全面腐食ときわめて浅い孔食とが混つて生じるが、耐食性は良好である。

表面層の亜鉛濃度が低く、拡散層が薄いもの(試料No.12)は拡散層の効果がなく、深い孔食が生じる。Alclad 3003合金はいずれも孔食を生じ、その深さは皮材で止つていた。

第1表 腐食試験結果

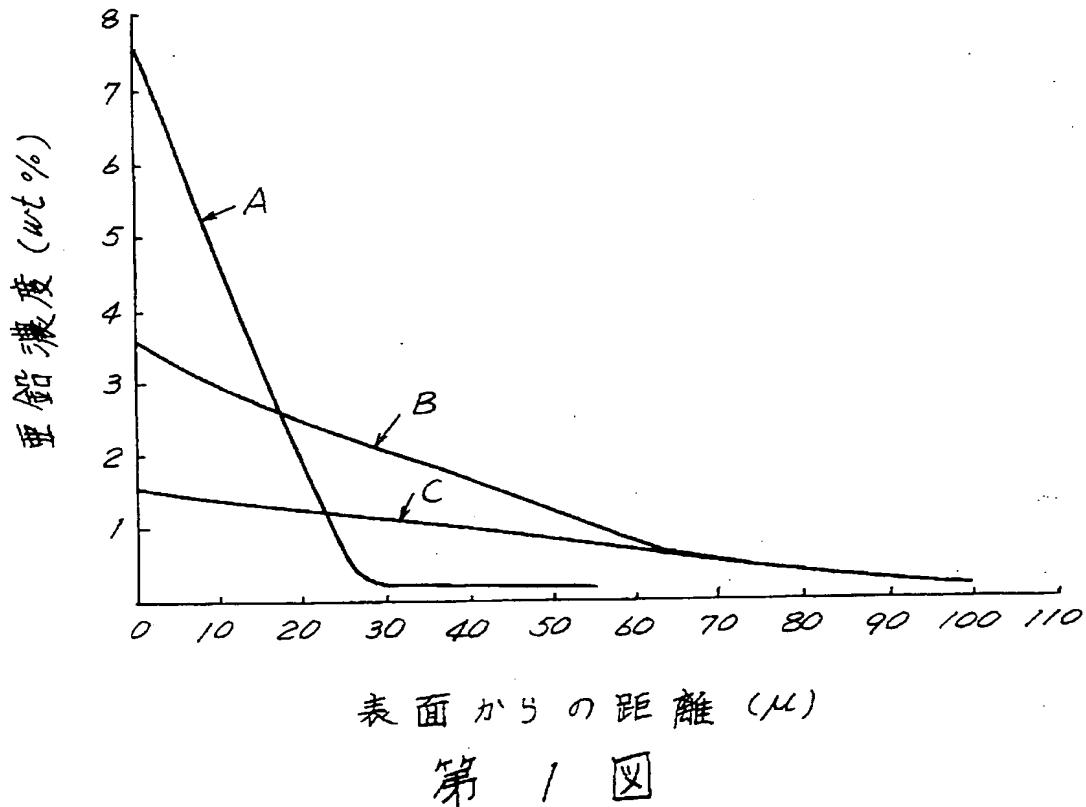
試 料		試 験 ①			試 験 ②			試 験 ③			
No	表面の Zn濃度 (wt%)	拡散層 の深さ ( $\mu$ )	孔 食		重量 減 (mg/cm <sup>2</sup> )	孔 食		重量 減 (mg/cm <sup>2</sup> )	孔 食		
			最大径 ( $\mu$ )	最大深さ ( $\mu$ )		最大径 ( $\mu$ )	最大深さ ( $\mu$ )		最大径 ( $\mu$ )	最大深さ ( $\mu$ )	
1	8.1	15	540	170	102	1620	520	111	1800	570	150
2	7.5	85	全面腐食		540	全面腐食		533	100	35	812
3	6.7	85	"	"	461	"	"	470	110	35	626
4	6.0	10	440	135	91	1410	440	93	1600	505	124
5	4.8	90	全面腐食		354	全面腐食		366	90	30	588
6	3.6	95	"	"	303	"	"	317	120	35	520
7	2.4	75	"	"	276	"	"	289	100	30	444
8	1.2	90	"	"	217	"	"	231	110	35	322
9	0.8	95	95	20	203	100	25	212	130	40	302
10	0.5	90	90	20	168	110	25	175	140	45	266
11	0.4	20	110	35	104	100	40	116	240	75	190
12	0.2	15	400	120	87	420	130	92	640	205	158
13	99.5% アルミニウム		660	210	82	1940	600	75	2300	710	128
14	Alclad 3003		890	100	203	16 mm	105	194	25 mm	100	286

## 図面の簡単な説明

第1図は熱処理および冷間加工により、表面から  
の亜鉛濃度の変化を示すグラフである。

## ◎引用文献

特開昭49-61034  
25特開昭49-106644



第 1 図